Fábrica de Noobs

Desmistificando: catástrofe nuclear

Natanael Antonioli

Março de 2026

1. SUMÁRIO

2. Com o que estamos lidando? 3

3. Um recado especial... 5

4. Como uma explosão convencional ocorre? 7

5. Como energia nuclear é gerada? 8

6. Como uma bomba nuclear funciona? 10

7. Por que seria impossível atingir o estado supercrítico? 14

8. Filmagens de testes nucleares são falsas? 19

9. Por que Chernobyl é uma zona de exclusão, mas Hiroshima é uma cidade povoada? ... 21

10. A destruição no Japão foi compatível com uma bomba nuclear? 22

11. O que são sombras de radiação? 26

12. O que são *ant walkers*? 27

13. O que uma explosão nuclear causaria atualmente? 28

14. O que pode levar a um inverno nuclear? 30

15. O que causa um inverno nuclear? 32

16. Quais as consequências de um inverno nuclear? 35

17. O que é um holocausto nuclear? 37

18. O que é o *Relógio do Fim do Mundo*? 38

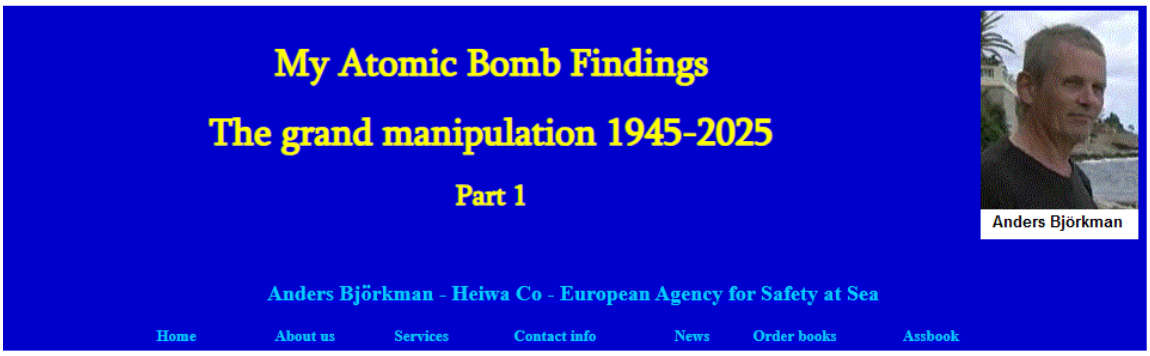
19. Conclusões 39

2. COM O QUE ESTAMOS LIDANDO?

Um inverno nuclear é o cenário catastrófico que múltiplas simulações apontam como consequência de um conflito nuclear em grande escala, no qual a temperatura global cairá em dezenas de graus e a maior parte da população sucumbirá – seja em função da guerra, ou em função das suas consequências. Ao mesmo tempo, uma teoria sugere que essa ameaça é inexistente porque bombas nucleares são impossíveis de serem realizadas, sendo uma mera tática que, apesar de usada pelos governos globais, não possui lastro.

Um artigo sobre a inexistência de bombas atômicas fica por conta do portal de Andres Bjorkman (https://heiwaco.com/bomb.htm).

Figura 1: portal de Andres.



Welcome visitors **2025** to this my ***nuke*** web site in nine parts.

One would expect that **Artificial Intelligence**, **AI**, would be able to explain how nukes/atomic bombs were triggered **1945**, how **NASA** flow astronuts to the Moon **1969**, how **MS Estonia** sank/was sunk **1994** and how **WTC 911** was destroyed **2001** at NY. But no! You can add **AI** as another hoax to fool the world. Like the **Covid 19 virus 2022**!

Study below nonsense! Or read **this**! Or look at **this** and **this**! **2025** new nonsense is produced ... **79** years after the fake show **1945**!

Um artigo sobre inverno nuclear fica por conta do portal *Review of Religions* (https://www.reviewofreligions.org/47762/nuclear-winter-and-earth-system-collapse-a-climate-catastrophe-in-waiting/).

Figura 2: trecho do artigo.

Nuclear Winter and Earth System Collapse:
A Climate Catastrophe in Waiting
11th February 2026
Add Comment
10 Min Read
A chilling look at the coldest threat to humanity, the disaster we hope never arrives.

Este vídeo **tratará uma guerra nuclear em grande escala como possível**, mas não irá propor cenários pelos quais isso poderá ocorrer, tampouco realizar previsões a respeito dos rumos dos conflitos atuais, nem de conflitos futuros. Aqui, consideramos que o número de cenários drasticamente diferentes após cada iteração **é tão grande**, que prever um resultado final **é equivalente a tentar prever o vencedor de uma partida de xadrez após poucas jogadas**.

3. UM RECADO ESPECIAL...

Ainda que as perspectivas se mostrem assustadoras para qualquer pessoa que assista ao noticiário e seja inegável que vivemos um momento histórico, considerar que podemos tornar nosso próprio futuro promissor ainda que em tempos difíceis **é fundamental**.

Na sociedade moderna, um desses aspectos **é, certamente, a realização profissional**. Através de uma parceira que já dura alguns meses e que foi bem recebida pelo nosso público, **sustentada por inúmeros depoimentos positivos**, é com satisfação que anunciamos que, a partir do dia 17 de março de 2026, ocorrerá a *Semana do Consumidor* da *Hashtag Treinamentos*. Você pode se inscrever através do link (https://swiy.co/consumidorfabricadenoobs) ou do código abaixo, e **receberá o aviso da promoção em primeira mão**.

Figura 3: *QR Code*.

A *Hashtag Treinamentos* é uma empresa com mais de 120 mil alunos formados e **excelente índice de satisfação** no ramo de ensino em computação. Inscritos do canal puderam constatar isso, gratuitamente, através dos treinamentos divulgados nos meses anteriores.

Nesse mês, através da *Semana do Consumidor*, a *Hashtag Treinamentos* **oferecerá um acesso, por um preço único e com 50% de desconto**, aos seus cursos mais procurados, incluindo *Excel*, *Python*, *Power BI*, inteligência artificial e análise de dados, do básico ao avançado. Como a maioria das posições demanda domínio de múltiplas ferramentas, adquirir esse pacote **é uma ótima oportunidade**.

Além disso, os cursos da *Hashtag Treinamentos* não se propõem a simplesmente ensinar as funções de uma ferramenta, mas **a transmitir um domínio sólido**, que de fato permite ao aluno **conhecer todo o potencial de seu instrumento de trabalho** e **aplica-lo na solução de problemas reais**.

Em um mundo no qual qualquer pessoa consegue produzir um código em segundos com inteligência artificial, ser capaz **não só de produzir soluções**, mas de **advogar por elas**, **é mais do que um diferencial**.

4. COMO UMA EXPLOSÃO CONVENCIONAL OCORRE?

Reações químicas podem ser endotérmicas (que consumem energia quando ocorrem) ou exotérmicas (que liberam energia quando ocorrem) – explosivos são reações exotérmicas, afinal, liberam energia.

Porém, essas reações **requerem que uma energia de ativação seja dada ao sistema para permitir que a reação se inicie** e, em um explosivo funcional, é necessário que essa energia seja grande o bastante para impedir detonação acidental.

Além disso, o dano causado por um explosivo **não é mero resultado da energia liberada diretamente**. Por exemplo, pólvora é uma combinação de nitrato de potássio (KNO_3), carbono (C) e enxofre (S), todos sólidos e, quando energia é fornecida, uma reação rápida **gera gases e sólidos**, que pode ser simplificada para:

$$10KNO_3 + 3S + 8C \rightarrow 2K_2CO_3 + 3K_2SO_4 + 6CO_2 + 5N_2 + \text{energia}$$

Essa mistura de gases se expande rapidamente, e o dano causado é produto, principalmente, **da fragmentação do recipiente que continha a pólvora** e, de forma secundária, da onda de choque causada pela expansão e do calor gerado na reação.

Já em outros explosivos, como nitroglicerina ($C_3H_5N_3O_2$), também se decompõe quando energia de ativação é fornecida, formando gases que **também se expandem rapidamente**. A reação pode ser simplificada para:

$$4C_3H_5N_3O_2 \rightarrow 12CO_2 + 10H_2O + 6N_2 + O_2 + \text{energia}$$

Porém, a expansão aqui ocorre de forma muito mais rápida e, inclusive, **além da velocidade do som** e essa onda de choque **é o causador primário de dano**, o que pode ser potencializado por fragmentos do recipiente.

5. COMO ENERGIA NUCLEAR É GERADA?

A matéria é composta de prótons, nêutrons e elétrons. Prótons e nêutrons são mantidos juntos pela força forte, mas, em alguns átomos, a força fraca **é capaz de expulsar partículas subatômicas de seu interior com alta velocidade** e, portanto, **alta energia**.

Esse processo **se chama decaimento radioativo**, de forma que a palavra "radiação" designa, simplesmente, **partículas em alta velocidade**. Há três formas principais de decaimento radiativo.

I. Uma partícula alfa $\left({}_{2}^{4}\alpha\right)$ possui dois prótons e dois nêutrons, e viaja, aproximadamente, a 5 a 10% da velocidade da luz.

II. Uma partícula beta $\left({}_{-1}^{0}\beta\right)$ possui um elétron ou pósitron, e viaja, no máximo, a 98% da velocidade da luz.

III. A radiação gama (γ) é, por definição, a onda eletromagnética ou um fóton (na mecânica quântica) com alta frequência viajando na velocidade da luz.

Perceba que o dano causado pela radiação **não vem da natureza da partícula em si**, mas **sim de sua energia**, que é **dependente da velocidade**. Assim, uma partícula alfa ou beta, parada, **não é perigosa**.

Em um reator nuclear, uma fonte artificial de nêutrons é utilizada **para produzir um impulso inicial de nêutrons** através de decaimento radioativo. Por exemplo:

$$^{9}\mathrm{Be} + \alpha \rightarrow {}^{12}\mathrm{C} + n$$

Certos elementos, quando atingidos por nêutrons, sofrem fissão e produzem outros elementos, **bem como mais nêutrons e energia**. Um exemplo é o urânio-235, através da reação abaixo.

$$^{235}\mathrm{U} + n \rightarrow {}^{141}\mathrm{Ba} + {}^{92}\mathrm{Kr} + 3n + \text{energia}$$

Perceba que, ao produzir mais nêutrons, **temos potencial para uma reação em cadeia**, que pode seguir um dos três caminhos abaixo:

I. Subcrítica, em que **ela simplesmente não ocorre** porque a maioria dos nêutrons não atinge outros átomos de urânio na energia necessária.

II. Crítica, em que **ela ocorre de forma controlada** e, ao longo do tempo, cada fissão gera apenas outra fissão.

III. Supercrítica, em que ela **ocorre de forma descontrolada** porque cada fissão gera mais de uma fissão.

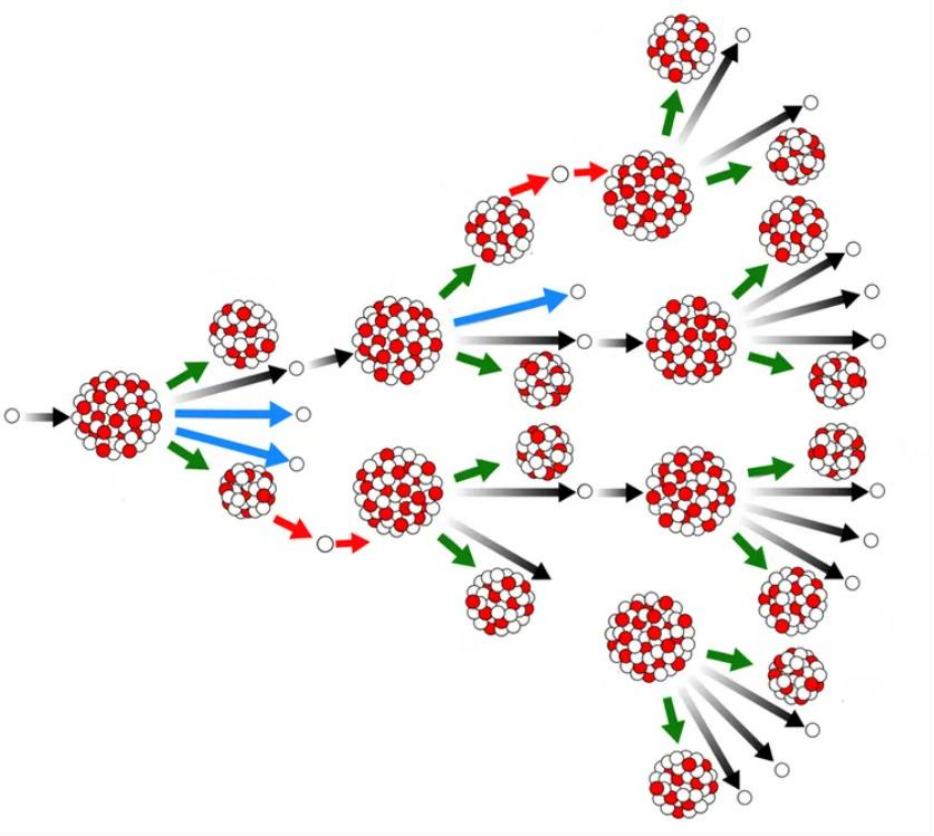
Em um reator nuclear, esse processo **é mantido de forma crítica**, de maneira que a reação se sustenta por um longo período, e **produz uma quantidade de energia constante**. Essa energia **é usada para aquecer água**, que gera vapor em alta pressão e, então, movimenta uma turbina.

6. COMO UMA BOMBA NUCLEAR FUNCIONA?

Ao passo que uma massa subcrítica não sustenta uma reação e uma massa crítica sustenta uma reação constante, uma massa supercrítica **sustenta uma reação em cadeia** que **é exponencial**.

Supondo que, após cada fissão, em média dois nêutrons iniciem outras fissões, o total de fissões ocorrido progredirá da forma $f(n) = 2^n$, sendo n o número de etapas. Assim, o que começa com $f(2) = 4$ rapidamente se torna $f(20) = 1.048.576$, **em um crescimento extremamente rápido**.

Figura 4: reação em cadeia.



Isso significa não só que **energia será liberada muito rapidamente**, como que o total de energia liberado **aumentará a cada etapa**. Portanto, em uma bomba nuclear, os danos são causados por quatro eventos.

O primeiro deles, responsável por até 50% do efeito, **é a onda de choque**. Essa onda de choque não ocorre porque um gás foi gerado na explosão, mas porque a energia gerada na explosão **aquece o ar ao redor até milhões de graus Célsius**, e **o ar quente se expande** muito rapidamente, obliterando estruturas e organismos.

O segundo, responsável por até 35% do efeito, é **a energia produzida na forma de radiação eletromagnética** em comprimentos de onda não ionizantes. Esse *flash* de luz é **capaz de incendiar materiais e causar queimaduras graves**.

O terceiro, responsável por até 10% do efeito, é a radiação imediata. A reação produz partículas beta e radiação gama (essa sim ionizante), que **carrega grande energia** e **é capaz de remover elétrons de tecidos**, o que **causa grave dano celular e leva ao que chamamos de envenenamento por radiação**.

O quarto, responsável por até 5% do efeito, é **a radiação emitida pelos produtos da reação**. Aqui, alguns dos isótopos produzidos após a denotação **são radiativos**, e **podem permanecer décadas produzindo radiação alfa, beta e gama**.

Assim, verificamos, aqui, duas conclusões fundamentais. Em relação à natureza de uma bomba nuclear, verificamos que o termo "nuclear" se refere **mais ao mecanismo de denotação do que à natureza do dano**, uma vez que apenas 15% do dano é de fato causado por radiação.

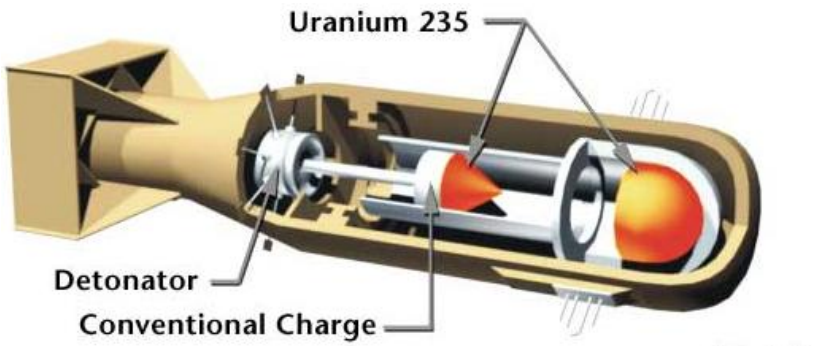
O termo usado para designar uma bomba cujo principal mecanismo de ação é a radiação sequer é "bomba nuclear", **mas sim bomba suja**. Nesse tipo de dispositivo – que, inclusive, é uma preocupação em medidas de contraterrorismo – **uma explosão convencional é usada para dispersar materiais radioativos**.

Em relação ao mecanismo de uma bomba nuclear, verificamos que a denotação **depende da transição de uma massa subcrítica para uma massa supercrítica**. Isso é feito através da **mudança nas condições de temperatura e pressão da amostra de material nuclear**.

Mais especificamente, sabemos que a criticalidade é obtida quando colisões de nêutrons **se tornam frequentes e energéticas o bastante** para que cada fissão gere, em média, **mais que uma fissão subsequente**.

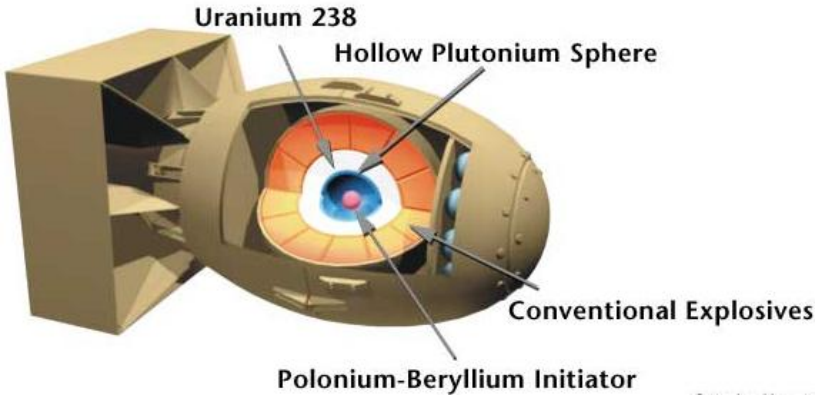
Existem muitas formas de se fazer isso. A bomba *Little Boy*, de Hiroshima, possuía duas massas de urânio-235 separadas. Uma explosão convencional disparava uma das massas em direção à outra e, quando elas se encontravam, **a densidade do urânio e a configuração geométrica permitiam uma situação supercrítica**. A semelhança com um projétil de uma arma de fogo denomina essa montagem como **balística**.

Figura 5: funcionamento da *Little Boy*.



Já a bomba *Fat Man*, de Nagasaki, possuía um iniciador e um núcleo subcrítico de urânio-238 rodeados por plutônio, que por sua vez era rodeado por explosivos convencionais. A detonação convencional **produz uma onda de choque que comprime o núcleo até torna-lo supercrítico** e, por isso, essa montagem é chamada de **montagem de implosão**.

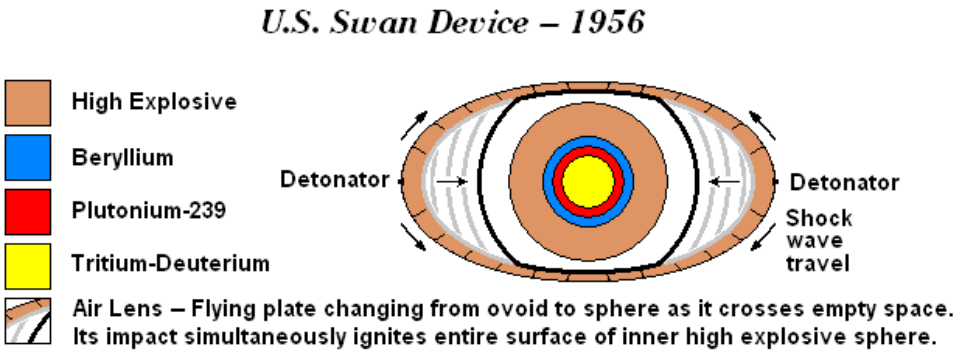
Figura 6: funcionamento da *Fat Man*.



Temos, então, as **armas de fissão intensificada**. Aqui, a implosão não só comprime o núcleo, como também uma mistura de trítio $\left({}^{3}\mathrm{H}\right)$ e deutério $\left({}^{2}\mathrm{H}\right)$. Essa mistura sofre fusão, e esse processo, além de liberar energia, **intensifica a eficiência a fissão ao liberar nêutrons**.

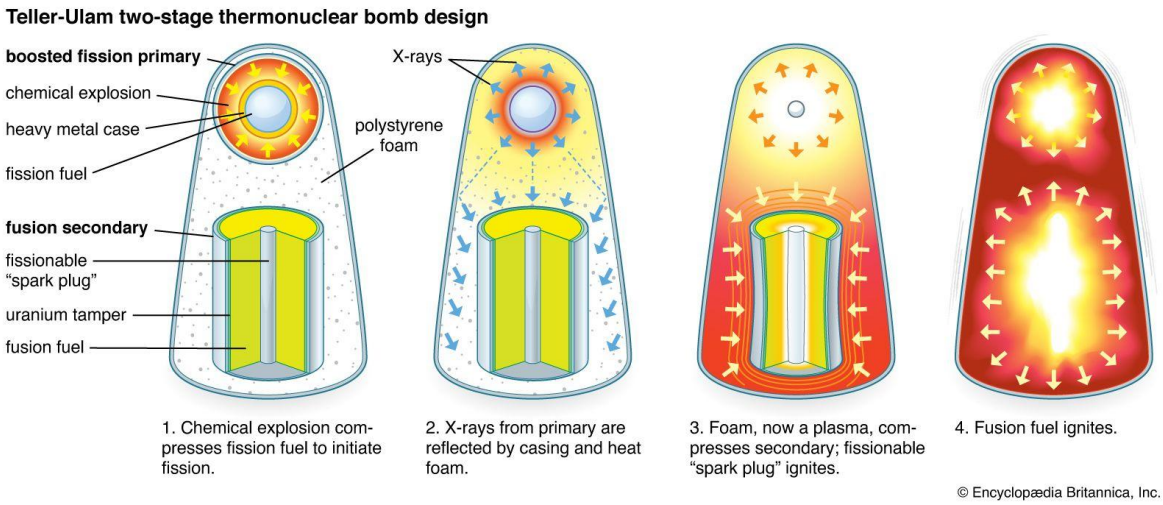
$$ {}^{3}\mathrm{H} + {}^{2}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}\mathrm{He} + n + energia $$

Figura 7: bomba de fissão intensificada.


U.S. Swan Device – 1956
High Explosive
Beryllium
Plutonium-239
Tritium-Deuterium
Air Lens – Flying plate changing from ovoid to sphere as it crosses empty space.
Its impact simultaneously ignites entire surface of inner high explosive sphere.
Detonator
Detonator
Shock wave travel

Por fim, **bombas de hidrogênio usam dois estágios**. Uma bomba de implosão primária se torna supercrítica e explode e, assim, **comprime um segundo estágio de fusão**. Esse segundo estágio então **usa uma mistura para gerar fusão**, o que então **causa a fissão do núcleo secundário**.

Figura 8: bomba de hidrogênio.


Teller-Ulam two-stage thermonuclear bomb design
boosted fission primary
chemical explosion
heavy metal case
fission fuel
fusion secondary
fissionable "spark plug"
uranium tamper
fusion fuel
X-rays
polystyrene foam
1. Chemical explosion compresses fission fuel to initiate fission.
2. X-rays from primary are reflected by casing and heat foam.
3. Foam, now a plasma, compresses secondary; fissionable "spark plug" ignites.
4. Fusion fuel ignites.
© Encyclopædia Britannica, Inc.

7. POR QUE SERIA IMPOSSÍVEL ATINGIR O ESTADO SUPERCRÍTICO?

A teoria que mencionamos alega que bombas nucleares não existem, pois atingir um estado supercrítico seria simplesmente impossível. É de se esperar que essa alegação esteja acompanhada de um longo argumento sobre física nuclear: afinal, a explicação mencionada anteriormente **parece sólida** e, **ao contrário do que é afirmado, não é secreta**.

How to ***initiate*** a **nuclear explosion** is **2025** top secret! Reason is that a **nuclear explosion** is a deception or a joke! It has never happened!

Infelizmente, não é isso que um dos principais defensores dessa teoria publicou (https://heiwaco.com/bomb.htm) – seu portal, como verificado, **traz pouquíssimos argumentos dessa natureza**. Um deles seria a invalidade da equivalência entre massa e energia, **cujo único apelo é a incapacidade do autor em compreendê-la**.

Figura 9: trecho do artigo.

Another gigantic step was then ***invented*** pseudo style by another German, **Albert Einstein**! The ***photoelectric effect*** became the ***emission*** of ***electrons***, when electromagnetic ***radiation/energy***, such as sun light/***photons*** at the ***speed of light***, ***c***, (300 000 000 m/s) hit a material.

The ***mass m*** (kilogram) of that material changes (!) and becomes lighter (!!) , when ***energy/heat*** **E** is emitted !! Imagine that. ***Mass*** of a material is magically transformed into ***energy*** according to some clowns! Imagine that!!

$$\mathbf{E = m\,c^2}$$

Ele afirma, então, que prova disso é que, no processo de fissão, não a perda de massa e que, portanto, massa não é convertida em energia. Porém, isso está errado, já que **a soma das massas dos produtos da fissão não é igual à massa antes da fissão**. Na realidade, quando computamos a diferença de massa $\Delta m = m_{\text{inicial}} - m_{\text{final}}$ e aplicamos $E = \Delta m c^2$, descobrimos que E **é igual à energia liberada pela fissão**.

Figura 10: trecho do artigo.

The ***Uranium*** atom core could much later (**1940**?) be split into two "***fragments***" by a neutron and the nuclear forces would be released - ***fission*** - and energy be released with no weight/mass losses!

Figura 11: trecho do artigo.

> ***Fission is not explosive***
>
> No ***mass*** (kg) is converted into ***energy*** (J) when ***fission*** occurs! **Einsten** was and is wrong about it.

O autor também parece confundir a natureza dos produtos da fissão ao afirmar que urânio, ao sofrer fissão, gera elementos mais pesados. Isso está errado: ao sofrer fissão, o urânio **gera elementos mais leves**, como césio, estrôncio, criptônio e iodo.

Figura 12: trecho do artigo.

When ***fission*** occurs some free neutrons ***n*** also activates the **Uranium** itself, so that ***two*** completely new, heavier, bigger ***elements*** or **atoms** with extra protons in the core/nucleus are created that did not exist on Earth before - Neptunium and Plutonium, if you believe the magic. The trick is simple! Just ***modify*** the atom core/nucleus and add protons. Do not split/***fission*** it!

Outro é o de que uma explosão **geraria apenas afastamento, nunca o oposto**, e que não há lógica em explodir um núcleo de material para ativar outra explosão. De fato, ao se analisar uma explosão a céu aberto (por exemplo, de uma granada), concluímos que **a onda de choque se direciona para longe do explosivo**.

Figura 13: trecho do artigo.

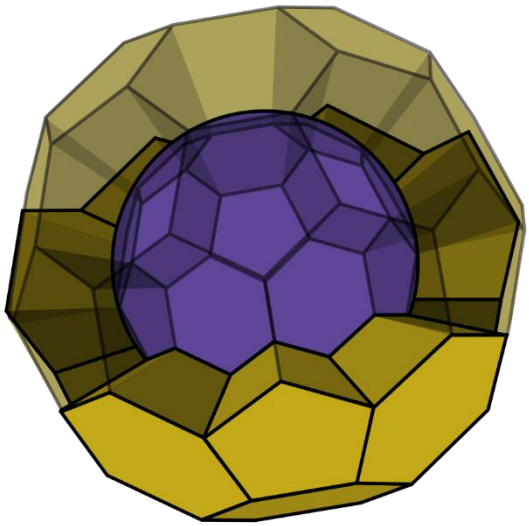
Chemical explosives? No, ***explosives*** can only blow apart things, but why would you blow apart a nuclear weapon to activate it?

Explosives compress? No, ***explosives*** cannot compress ***nuclear material***. Only blow it apart!

Figura 14: onda de choque visível.

Porém, uma onda de choque é simplesmente **uma perturbação que se propagada muito rapidamente por um meio material** (nesse caso, o ar). Se posicionarmos múltiplas cargas explosivas rápidas e demoradas **ao redor do núcleo**, somos capazes de criar uma onda de choque que **se propaga em direção ao centro**. O efeito no núcleo será de compressão porque **ele encontrará ondas de choque vindas de todas as direções**.

Figura 15: lentes (em amarelo) ao redor do núcleo (em roxo).



O autor, então, **nega que radiação exista e que tenha feito vítimas**, por exemplo, ao afirmar que radiação alfa e beta seja, simplesmente partículas com pouca massa que não podem matar ninguém, e que radiação gama é simplesmente luz que causa, no máximo, o efeito de uma queimadura na praia.

Figura 16: trecho do artigo.

Alpha ***radiation*** is just helium atoms with mass that fly away hurting nobody.

Beta ***radiation*** is electrons with no or much less mass that cannot hurt anyone either.

Gamma-***rays*** are ***photons*** (like light or ***sun shine***) with no mass at all but which contain energy to heat you up; compare sun burn of your skin.

A alegação do autor sobre partículas alfa e beta **pode ser facilmente provada falsa ao se utilizar uma arma de fogo**: balas retiradas da caixa **são perfeitamente seguras de**

serem manipuladas, mas, quando disparadas, **se tornam letais** porque são aceleradas em velocidades extremamente altas.

Já a alegação sobre radiação gama ignora um fator fundamental: **o comprimento de onda**. Ao passo que a radiação solar tem comprimento de onda entre 380 e 750 nm, a radiação gama tem comprimento de onda muito menor, de 0,01 nm, o que **implica em maior transferência de energia**.

Andres oferece 1 milhão de euros para quem for capaz de unir duas cargas não críticas, cada uma com 1 nanograma, e então formar uma carga crítica de 2 nanogramas. Andres **sequer precisa se preocupar com possuir o dinheiro**, já que uma massa **só se torna crítica quando supera um valor mínimo**, o qual é **várias ordens de grandeza acima**.

Figura 17: desafio de Andres.

> **The first person showing that I am wrong and can scientifically demonstrate that an a-bomb works wins € 1 000 000:-.**
>
> One way to demonstrate military ***explosive fission*** vaporizing things would be to manufacture two ***non-critical*** bits of fissionable material, each one nanogram or 10^{-12} kg, and suddenly bring them together to become a two nanogram ***critical*** mass that would suddenly transform itself into light and heat (***energy!***) in a nanoseconds ***explosion*** corresponding to igniting less than a gram of TNT.

O desafio de Andres, se honesto, **teria sido vencido há décadas de forma póstuma**. O chamado *demon core* era um núcleo de plutônio (com 6,2 quilogramas) em estado subcrítico que, com uma pequena mudança de configuração, **se tornava crítico ou supercrítico**.

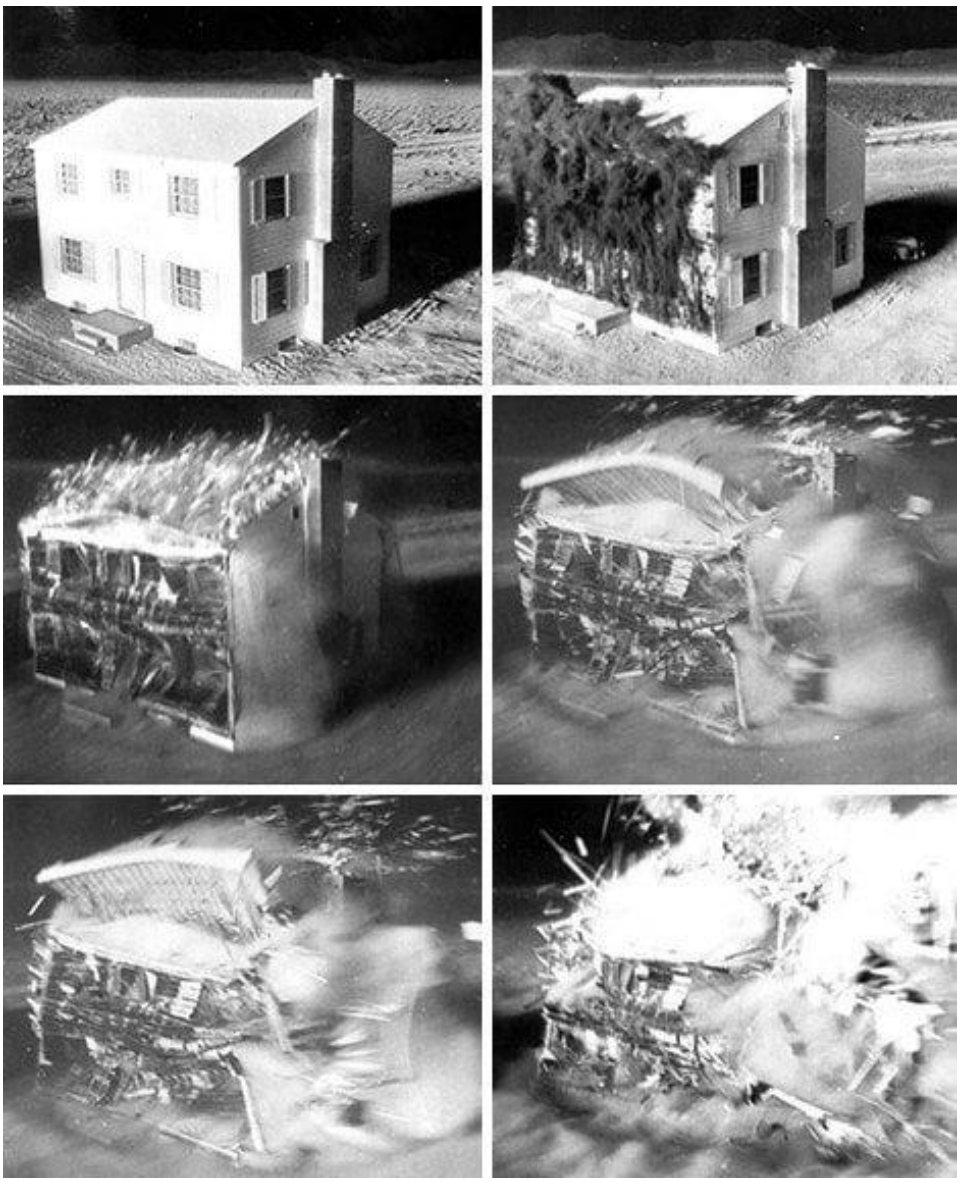
Figura 18: *demon core*.

Em 1945, **uma vareta de tungstênio derrubada no interior tornou o núcleo supercrítico** e, em 1946, uma chave de fenda usada para manter os dois hemisférios separados soltou, **tendo o mesmo efeito**. Ambos os acidentes **emitiram uma dose letal de radiação** (as vítimas morreram 25 e 9 dias depois, respectivamente) **e um flash de luz**, mas não causaram uma explosão nuclear porque a configuração **não sustentava um estado crítico por mais que frações de segundo**.

8. FILMAGENS DE TESTES NUCLEARES SÃO FALSAS?

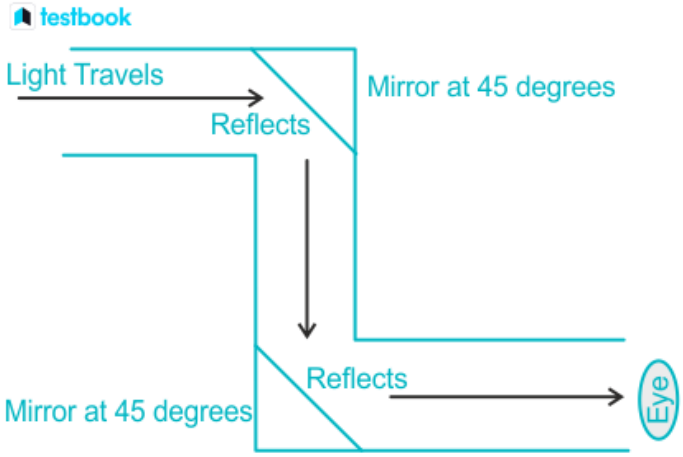
Negar a existência de bombas nucleares envolve negar, também, as filmagens destes eventos, o que **o autor faz sem muitos argumentos e nenhuma demonstração**, uma vez que simplesmente alega essas filmagens mostram efeitos especiais. Porém, um argumento mais elaborado questiona como uma câmera pode registrar uma casa sendo vaporizada em uma explosão nuclear, **mas permanecer intacta**.

Figura 19: como essa filmagem foi feita?



Essa filmagem, em particular, é da Experiência Trinity, o primeiro teste nuclear, realizado em 1945. Aqui, **foram empregadas 52 câmeras** posicionadas em diferentes distâncias (se valendo da ampliação), **muitas delas no subsol**o, **funcionando através de um periscópio**.

Figura 20: funcionamento de um periscópio.



Outro argumento é que nuvens em cogumelo não deveriam ser produzidas, já que fumaça, sendo feita de carbono, não é um produto de uma explosão nuclear. Ao passo que **isso é verdade**, nuvens em cogumelo **ocorrem após qualquer explosão suficientemente energética**, e são formadas de gás quente e vapor d'água que, em função da temperatura, se deslocam para cima e têm o espaço preenchido por ar frio.

Figura 21: funcionamento de uma nuvem em cogumelo, bem como nuvens geradas por uma erupção vulcânica e uma explosão nuclear.

9. POR QUE CHERNOBYL É UMA ZONA DE EXCLUSÃO, MAS HIROSHIMA É UMA CIDADE POVOADA?

é que, desde 1986, Chernobyl é uma zona de exclusão e ainda será por milhares de anos, mas Hiroshima e Nagasaki **são cidades seguras e povoadas**. No entanto, a natureza dos eventos em ambos é significativamente diferente.

Em primeiro lugar, o acidente em Chernobyl **não foi uma explosão nuclear**. Devido a falhas no projeto do reator, a primeira explosão aconteceu quando vapor d'água se formou e, com grande pressão, **rompeu múltiplas partes do reator e do escudo**. A segunda explosão ocorreu segundos depois, **e foi causada por hidrogênio ou grafite**.

Como resultado, um dos reatores foi completamente destruído, o que **ejetou fragmentos de combustível e grafite**, expôs **toneladas de dióxido de urânio** ao ar livre, e **gerou um incêndio que durou 10 dias**, o que **dispersou materiais radiativos no local**.

Já Hiroshima e Nagasaki foram atacadas com duas bombas nucleares **detonadas no ar** contendo, respectivamente, **64 quilogramas de urânio enriquecido e 6,2 quilogramas de plutônio**.

Esses dois materiais deram origem a algumas **dezenas de quilogramas de subprodutos radioativos**, mas, pela menor quantidade e pela denotação em altitude, **a dispersão ocorreu em poucos dias**.

10. A DESTRUIÇÃO NO JAPÃO FOI COMPATÍVEL COM UMA BOMBA NUCLEAR?

Outro argumento comum é que Hiroshima e Nagasaki apresentaram uma destruição compatível com um bombardeio comum, e não com uma bomba nuclear. No entanto, parte desse argumento ignora que a maior parte do dano de uma detonação nuclear **é causada por efeitos térmicos e da onda de choque**, que também existem em explosivos convencionais.

Isso explica, inclusive, porque imagens aéreas de Tóquio, Hiroshima e Nagasaki **trazem destruições em nível semelhante**. Ainda que a destruição causada pelas bombas atômicas fosse semelhante à de um bombardeio convencional, **ela não poderia ser meramente evitada com defesas antiaéreas** tal como um bombardeio convencional.

Figura 22: Tóquio após o bombardeio.

Figura 23: Hiroshima após o bombardeio.

Figura 24: Nagasaki após o bombardeio.

É de se notar que **alguns prédios parecem estar intactos nas fotografias**, o que alguns usam para sugerir que múltiplas bombas convencionais foram lançadas, afetando apenas alguns locais e não outros. Porém, diversos fatores contribuem para a resistência de um edifício, como a estrutura da construção que, em muitos lugares no Japão, **é projetada para suportar terremotos**.

Além disso, edifícios de madeira são mais suscetíveis **tanto à explosão quanto aos incêndios que duraram dias**. A **localização em relação às sombras da explosão** também pode favorecer a resistência quando um edifício:

I. Está situado atrás de outros edifícios;
II. Atrás de colinas ou barrancos;
III. Com menor área exposta para o lado da explosão;
IV. Com área exposta possuindo muitas janelas em ambos os lados;

Há, também, questionamentos sobre o número de mortos, já que diferentes jornais na época (tanto americanos quanto japoneses) forneceram contagens distintas para o total de mortos. Isso é esperado, uma vez que **fontes japonesas na época dependiam de contagens de sobreviventes feitas em meio ao caos**, e fontes americanas **dependiam de fontes japonesas**.

Ainda hoje, a contagem é feita de forma indireta, e depende **das pesquisas de sobreviventes**, dos **registros de corpos recuperados** e dos **censos populacionais da época**. Por isso, ainda hoje, possuímos uma estimativa que varia entre mínimo e máximo.

Tabela 1: contagem atual de mortos.

	Mínimo	**Máximo**
Na explosão em Hiroshima	90 mil	166 mil
Na explosão em Nagasaki	60 mil	80 mil
Até o fim de 1945	150 mil	246 mil

Vale lembrar que, mesmo entre as mortes atribuídas aos dias dos bombardeios, a maioria **não foi causada por envenenamento de radiação**, mas sim pelas **consequências térmicas e mecânicas da explosão**, tais como queimaduras, choque mecânico, e queda de destroços.

Além disso, assim como edifícios, a localização de pessoas em relação à explosão **também foi um importante fator**, já que algumas pessoas, mesmo próximas do local de explosão, **sobreviveram por estarem dentro de prédios que não colapsaram**

Em termos de radiação, cuja exposição pode ser medida em rem, sabemos que **há chances de sobrevivência com ajuda médica até certo ponto**, conforme uma meta-análise revelou (https://www.amazon.com/Principles-Protection-Fundamentals-Engineering-Standards/dp/1612541143).

Tabela 2: resultados da meta-análise.

Exposição aguda em 24 horas de...	**Resultado**
Até 60 rems	Nenhum efeito.
Entre 60 e 180 rems	Metade terá envenenamento por radiação, todos sobrevivem com tratamento.
Entre 200 e 450 rems	Todos terão envenenamento por radiação, metade irá morrer dentro de um mês.
Entre 460 e 1000 rems	Metade irá morrer dentro de três semanas.
Entre 1000 e 5000 rems	Todos irão morrer dentro de duas semanas.
Acima de 5000 rems	Todos irão morrer dentro de dois dias.

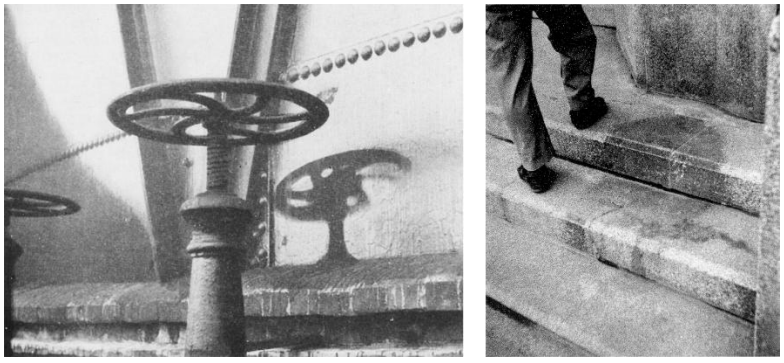
Como em Hiroshima e Nagasaki as que escaparam dos principais efeitos da explosão receberam cerca de 150 rems, **é compreensível que a radiação não seja a principal causa de morte**. Para fins de comparação, trabalhadores em Chernobyl receberam entre 600 e 2000 rems, o que **explica os efeitos desastrosos**.

11. O QUE SÃO SOMBRAS DE RADIAÇÃO?

Após as explosões em Hiroshima e Nagasaki, muitos encontraram o que chamaram de "sombras" em paredes, asfalto e outras superfícies duras, algumas em formatos que **sugerem terem sido deixadas por seres humanos**. Ainda hoje, alguns acreditam que essas sombras são partículas carbonizadas dessas pessoas, mas **isso é falso**.

Na realidade, essas sombras **são regiões que foram protegidas da radiação térmica por obstáculos**, como na imagem abaixo, em que uma válvula de gás protegeu a pintura em um tanque – ela permanece escura na região de sombra, e clareada fora dela. Ainda assim, algumas sombras provavelmente foram, de fato, **deixadas por seres humanos através desse mecanismo**.

Figura 25: sombra deixada por uma válvula e, possivelmente, por uma pessoa.



Ainda assim, é importante ressaltar que outras imagens **são obras de arte** inspiradas nesse fenômeno, como a obra *Innocent Shadow* (https://home.hiwaay.net/~slone/ishadow.html).

Figura 26: *Innocent Shadow*, feita com um programa de computador.

12. O QUE SÃO *ANT WALKERS*?

O termo *ant walkers* surgiu para designar pessoas que, feridas e em estado de choque após a explosão, **andavam em filas pela cidade**, que por sua vez **seguiam outros sobreviventes em choque sem um rumo definido**. Outro termo usado em conjunto é *alligator people*, sobreviventes tão **gravemente queimados que a pele lembraria a de um réptil**.

Figura 27: representação artística dos *ant walkers*.

A origem de ambos os termos é o livro *The Last Train From Hiroshima: The Survivors Look Back*, que abordaria eventos em Hiroshima e Nagasaki após as explosões com base no relato de veteranos. Ao passo que o termo *alligator people* descreve uma consequência de queimaduras, **nenhum outro relato corrobora** com os *ant walkers*.

Após publicação, verificou-se que o livro trazia uma série de imprecisões, bem como **a existência de uma fonte fraudulenta**: Joseph Fuoco **mentiu para o autor** ao afirmar que era um engenheiro de voo colocado de última hora abordo do *Enola Gay* na missão em Hiroshima.

13. O QUE UMA EXPLOSÃO NUCLEAR CAUSARIA ATUALMENTE?

Nós **sabemos que bombas nucleares existem**, e também sabemos, através de dois exemplos históricos, seus **efeitos devastadores em centros urbanos**. Após a Segunda Guerra Mundial e durante a Guerra Fria, múltiplos testes nucleares **foram conduzidos com bombas algumas ordens de grandezas mais poderosas**.

Ao passo que as explosões em Hiroshima e Nagasaki tiveram, respectivamente, uma energia liberada equivalente a 15 a 20 mil toneladas de TNT, a União Soviética realizou testes **com poder de até 50 milhões de toneladas de TNT** (para a *Tsar Bomba*), ao passo que os Estados Unidos realizou testes **com poder de até 15 milhões de toneladas de TNT** (para *Castle Bravo*).

Sendo assim, é natural questionar o que ocorreria se uma bomba nuclear com magnitude na casa dos milhões de toneladas de TNT (ao invés de milhares) fosse detonada em um centro urbano. Para isso, consideraremos três casos:

I. 15 quilotons, como da bomba *Little Boy*.
II. 300 quilotons, como da *W-87*, presente no arsenal americano, e de outras bombas presentes no arsenal de outras potências.
III. 50 megatons, como da *Tsar Bomba*;

Para todas elas, há seis categorias de efeitos, sendo elas:

I. **Bola de fogo**: o que há dentro da bola de fogo é vaporizado;
II. **Dano intenso**: edifícios colapsam ou sofrem danos sérios, quase todos morrem;
III. **Radiação**: expostos aqui podem receber até 500 rem;
IV. **Dano moderado**: edifícios residenciais colapsam, edifícios mais robustos são danificados e iniciam incêndios, quase todos são feridos;
V. **Efeito térmico**: pessoas aqui recebem queimaduras de terceiro grau, que causam cicatrizes, deficiências e, em alguns casos, requerem amputações;
VI. **Dano leve**: vidros quebram, pessoas se ferem com destroços.

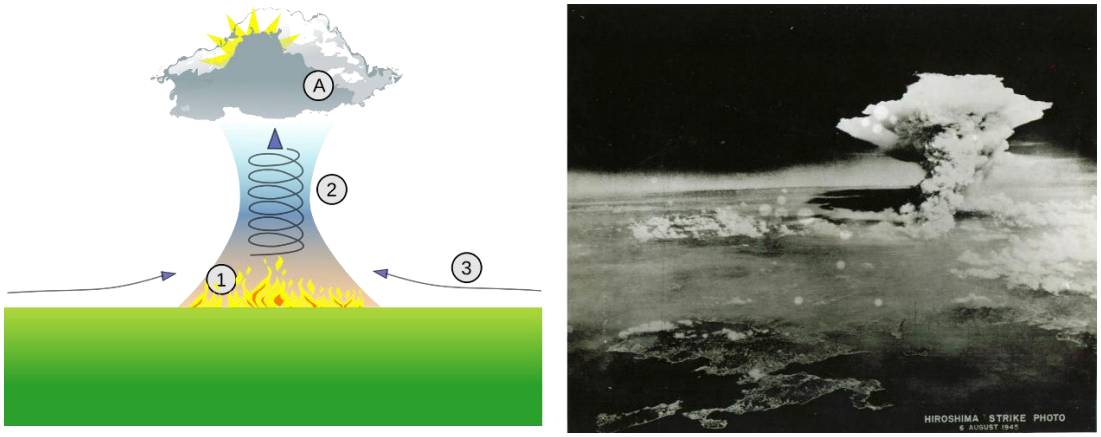
A tabela abaixo apresenta o raio de cada efeito em quilômetros e, de forma aproximada, o número de vítimas caso a bomba fosse detonada na altitude esperada para seu modelo na Barra Funda, em São Paulo – uma localização escolhida para permitir comparações em escala.

	Little Boy (15 kton)	*W-87* (300 kton)	*Tsar Bomba* (50 Mton)
Bola de fogo	0,19	0,46	3,14
Dano intenso	0,33	1,35	5,16
Radiação	1,2	4,71	8,91
Dano moderado	1,67	4,71	20,7
Efeito térmico	1,91	7,17	54,3
Dano leve	4,52	13,2	60
Mortos	133 mil	792 mil	10,3 milhões
Feridos	362 mil	2,4 milhões	6,2 milhões

Assim, fica claro que uma bomba nuclear padrão no arsenal de potências nucleares **é capaz de causar um efeito devastador se detonada sobre qualquer centro urbano**. Após a detonação, todo tipo de material combustível **entra em combustão**, e o aquecimento do ar causa uma coluna de convecção, que por sua vez **fornece mais oxigênio a esses incêndios**.

Como resultado, ocorre a formação de uma tempestade de fogo que se autossustenta enquanto houver combustível e **lança grande quantidade de fumaça e detritos na atmosfera**.

Figura 28: tempestade de fogo.



14. O QUE PODE LEVAR A UM INVERNO NUCLEAR?

O principal fator que atualmente nos resguarda de um conflito nuclear **é a destruição mútua assegurada**, a qual estabelece que, se duas nações entrarem em conflito com armamento nuclear, **eles são capazes de destruir um ao outro**.

Isso se sustenta por diversas razões, como o fato de que **forças nucleares estão distribuídas nos territórios** de forma que um único ataque dificilmente seria capaz de desabilitar todo o armamento inimigo.

Além disso, tecnologias atuais de monitoramento permitem que **um contra-ataque nuclear seja lançado antes mesmo que as bombas inimigas atinjam o alvo**, e a distribuição de redes de comunicação **garante uma retaliação mesmo que o líder da nação seja morto**.

Porém, é razoável pensar: o que aconteceria caso uma guerra nuclear em larga escala ocorresse? Essa situação **sequer é fantasiosa**, dado que, em 1983, um oficial soviético recebeu um alerta de míssil inimigo e, quebrando o protocolo, **não reportou o evento imediatamente**. Tratava-se de um alarme falso produzido por um mal funcionamento do sistema de defesa, e sua decisão **pode ter poupado o resto do mundo de uma guerra nuclear**.

Nesse caso, é feita uma a suposição base na qual ocorre um ataque nuclear **em ao menos 100 cidades**. Adicionamos, então, algumas premissas que são bastante debatidas, mas que **podem ser razoáveis**:

I. Todas as cidades provocam tempestades de fogo com produção considerável de fuligem;
II. As cidades são atingidas no final da primavera ou no verão.
III. A fuligem demora para se precipitar como chuva;
IV. A fuligem bloqueia uma quantidade razoável de luz solar;
V. Uma quantidade razoável de fuligem sobe para a estratosfera.

Então, modelos de computador **são executados utilizando parâmetros conhecidos e validados em simulações climáticas**. Ao passo que muitos se opõe ao uso de modelos de computador, **não há nada de inerentemente problemático em usá-los**, e falhas devem ser apontadas através de análises de código e de parâmetros. O resultado desses modelos é quase sempre catastrófico, e **é chamado de inverno nuclear**.

Ainda que haja propostas que contestem algumas dessas premissas, os resultados **continuam a ser catastróficos**, reduzindo o total de mortos em poucas frações. Além disso, eventos e descobertas recentes (como os incêndios florestais para a premissa I e os mecanismos de extinções passadas para as premissas III a V) **mais favorecem do que desbancam essas premissas**.

15. O QUE CAUSA UM INVERNO NUCLEAR?

Com o surgimento das tempestades de fogo, grandes quantidades de fumaça subirão para a baixa estratosfera **através do movimento de nuvens do tipo pirocumulonimbus**, um termo criado para designar esse tipo de formação.

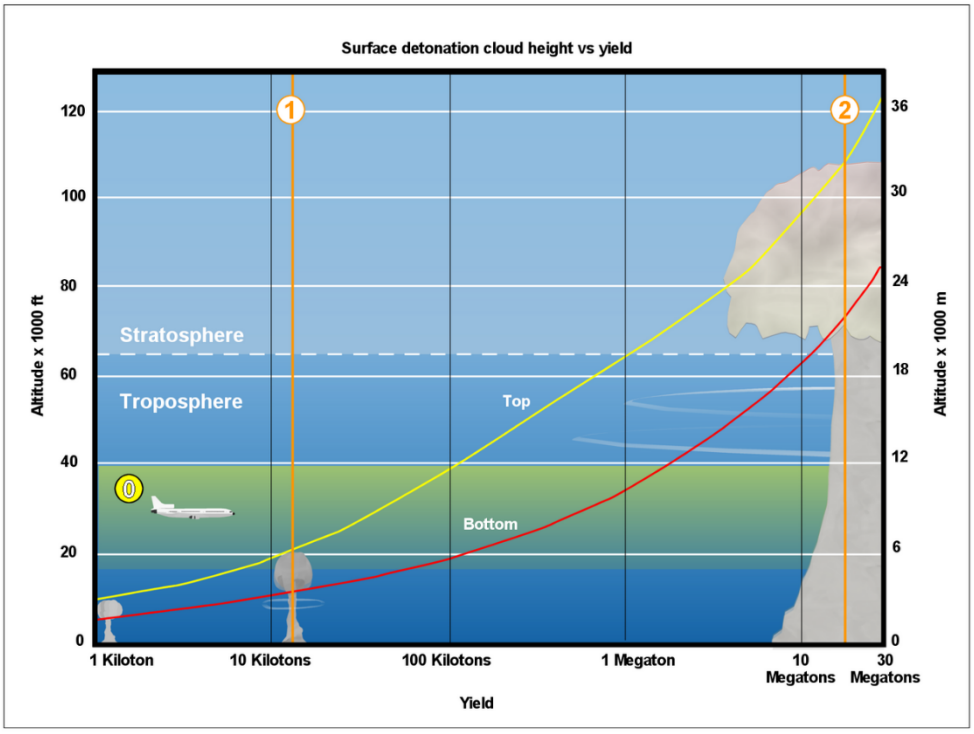
Figura 29: em tempos de paz, essas nuvens costumam ser causadas por incêndios florestais e vulcões.

Quando há pequenas quantidades de fuligem, o calor costuma ser proporcionalmente pequeno, e **o potencial de elevação da fuligem se torna menor**. Nas camadas mais baixas da atmosfera, **a umidade é maior**, e gotículas de água aderem às partículas de fuligem, **formando o que chamamos de chuva negra**.

Figura 30: chuva negra no Irã após ataque a indústrias petroleiras.

Ainda que perigosa (e de aparência assustadora), a chuva negra é uma alternativa mais desejável frente ao que acontece com grandes quantidades de fuligem, em que o calor produzido é tão grande que há energia para elevar essas nuvens até a 10 ou 15 quilômetros da superfície terrestre, onde a incidência de luz solar, agora muito maior, pode fazer com que **a fuligem suba ainda mais**.

Figura 31: energia e potencial de elevação da fuligem em uma explosão nuclear.



Nessas altitudes, **a umidade é muito menor**, e **não existe mecanismo natural eficiente** para devolver a fuligem para a superfície. Se nossas premissas sobre a velocidade com que fuligem sobe para a estratosfera estiverem corretas, as chuvas **não serão eficientes para impedir uma dissipação em altas altitudes**.

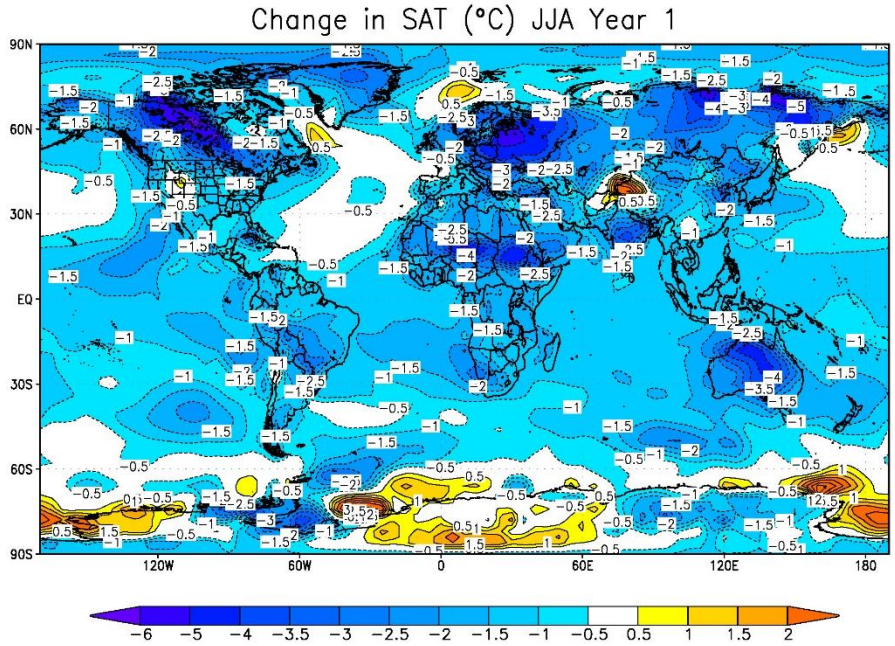
Aqui, o mecanismo de dissipação é a oxidação e o movimento browniano e. O primeiro ocorre quando elementos da atmosfera, como ozônio, **tornam a superfície das partículas de fumaça mais reativa**, ao passo que o segundo descreve uma movimentação aleatória de partículas que, se reativas o bastante, **podem se agregar até serem pesadas o bastante para cair**.

O tempo para dissipação é dependente de propriedades das partículas que, por sua vez, ou **são ainda pouco entendidas** ou **dependem da reação de combustão**, o que pode **estender esse tempo para anos**. Nesse caso, **um bloqueio considerável e duradouro de luz solar ocorre**, e isso implica em consequências drásticas para a vida na Terra que serão abordadas na próxima seção.

16. QUAIS AS CONSEQUÊNCIAS DE UM INVERNO NUCLEAR?

Um estudo de 2006 (https://web.archive.org/web/20110928005214/http://climate.envsci.rutgers.edu/nuclear/) simulou uma guerra nuclear e verificou que a maior parte do mundo **sofreria uma anomalia negativa de temperatura**, que seria de **até -4ºC em algumas regiões do Hemisfério Norte**, e de **até -2,5 ºC em algumas regiões do Hemisfério Sul**.

Figura 32: anomalia de temperatura.



Esse efeito parece pequeno, mas **os efeitos são desastrosos para a agricultura**. Mesmo em regiões tropicais, uma anomalia do tipo pode **retardar o crescimento ao reduzir a taxa de fotossíntese**, bem como aumenta a probabilidade de eventos (como geadas) que podem **resultar na destruição de uma plantação mesmo que ocorrendo uma única vez**.

Além disso, altas latitudes (que ocupam mais área continental no Hemisfério Norte) **sofrerão significativa redução no total de dias em que as condições permitem o crescimento de plantações**, o que **resulta em cultivos imaturos**. Além disso, a anomalia de temperatura e precipitação resultante **poderia levar mais de dez anos para ser corrigida**.

Figura 33: redução na janela de crescimento.

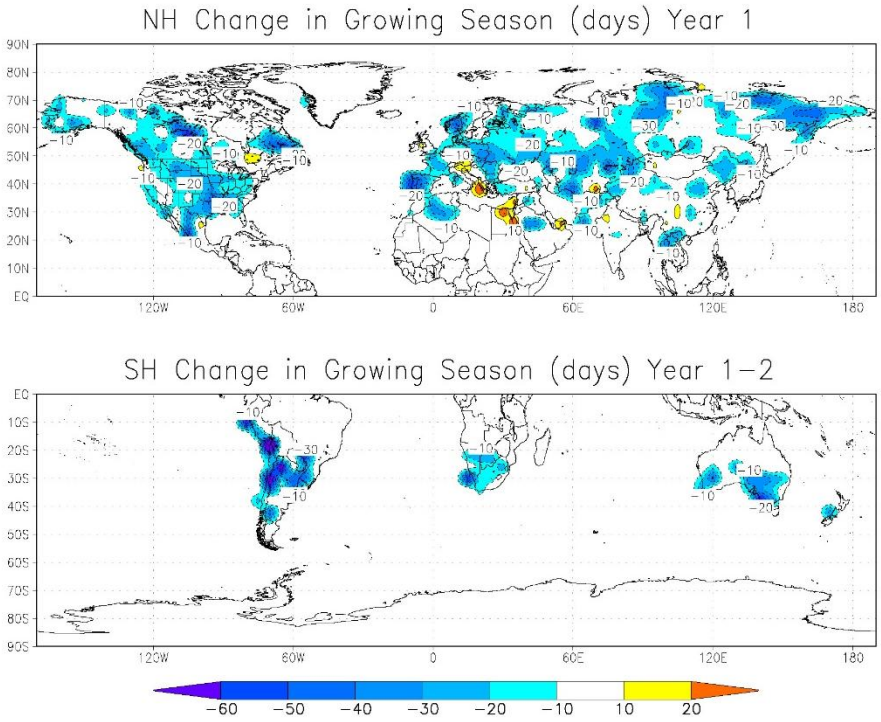
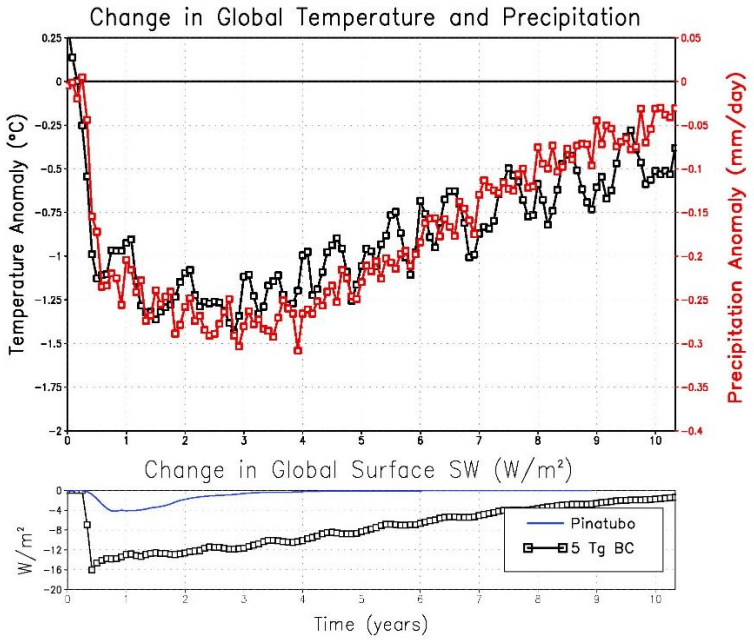


Figura 34: evolução da anomalia.



Ainda que os trópicos (e, portanto, o Brasil) sejam menos afetados, em um mundo globalizado, a maior demanda por alimentos **aumentará preços em todo o mundo**, **causando fome global** e mortes **na casa dos bilhões**.

17. O QUE É UM HOLOCAUSTO NUCLEAR?

Um holocausto nuclear é uma combinação de consequências dessa guerra hipotética, e engloba o inverno nuclear a subsequente fome, ambos eventos já discutidos, **mas também a cinza nuclear**, que exporia organismos vivos a intensos níveis de radiação.

Aqui, após uma explosão nuclear e ascensão de detritos para a atmosfera, o processo de precipitação, ainda que incapaz de remover toda a fuligem, **traria isótopos radioativos para a superfície em partículas maiores**, as quais cairiam em uma distância de algumas centenas de quilômetros na direção do vento.

Porém, partículas menores subiriam até a estratosfera, onde **levariam anos para se precipitar**. Como a meia-vida de diversos isótopos é alta (30 anos para o césio-137 e 29 anos para o estrôncio-90), isso implicaria **em uma injeção constante de emissores de radiação beta no ambiente** durante décadas.

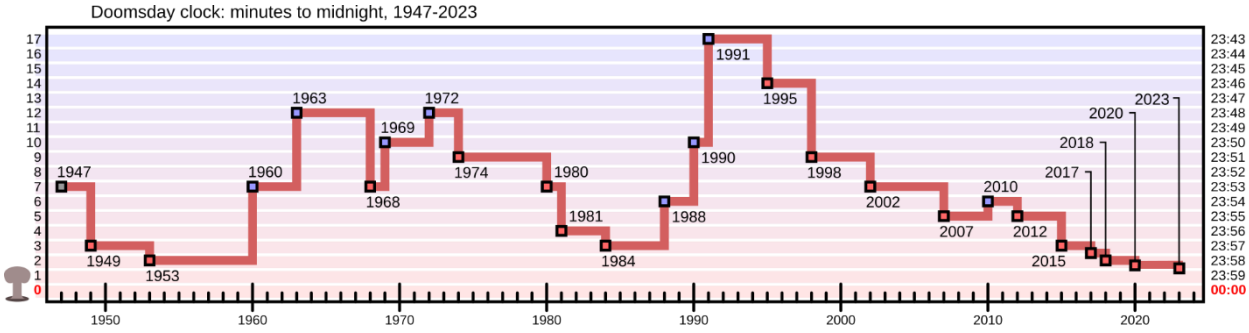
Esses materiais se depositam na superfície, onde permeiam o solo e corpos d'água e **acabam incorporados na matéria orgânica produzida por plantas**. Animais em níveis tróficos superiores **acumulam ainda mais matéria radioativa**, de forma que vegetais, carne e leite consumidos por humanos **estarão contaminados**.

Ainda que essa contaminação seja insuficiente para causar efeitos a curto prazo (como envenenamento por radiação), a presença constante de radiação ionizante no organismo **irá aumentar incidências de câncer** e **de defeitos de nascimento**, uma vez que mutações tendem a acontecer tanto em células somáticas quanto em gametas.

18. O QUE É O *RELÓGIO DO FIM DO MUNDO*?

Desde 1947, o *Bulletin of the Atomic Scientists* publica, periodicamente, uma estimativa medida em "minutos para a meia noite" que **representa o quão próximo o mundo está, na visão do comitê, de um conflito nuclear catastrófico**.

Figura 35: alterações no relógio.



Essa publicação, porém, **não pode ser analisada individualmente** porque um conflito nuclear global **é uma questão complexa demais para ser resumida em uma única variável**.

Além disso, sendo uma métrica **sem critérios objetivos** e baseada na opinião de um comitê **cujos membros mudam**, é importante compará-la com outras métricas e notícias atuais, afinal, ela **está sujeita a opiniões pessoais e influências políticas**, e não existe nenhuma forma de, efetivamente, computar essa métrica sem depender de critérios subjetivos.

19. CONCLUSÕES

Assim, em primeiro lugar, verificamos que bombas nucleares **são reais e uma ameaça para a existência humana**, uma vez que a teoria analisada no começo deste vídeo **é mero produto de um entendimento errôneo de conceitos básicos em física**.

Dessa forma, uma única detonação nuclear de uma bomba comum em arsenais atuais em um centro urbano **tem potencial para matar milhões**, mas um conflito em escala global tem potencial para **redefinir a história humana de maneira catastrófica**.

Se a maioria das premissas usadas em nossas simulações estiverem corretas, esse conflito é capaz de reduzir drasticamente temperaturas globais, o que **levaria a fome generalizada**, bem como dispersar isótopos radioativos capazes de contaminar o ambiente por décadas, o que **levaria a um aumento global na incidência de câncer e defeitos de nascimento**.

A seriedade dessa questão é justamente o motivo pelo qual o tema **não deve ser tratado de forma sensacionalista**, **nem como ferramenta de propaganda política ou conversão religiosa**, mas sim como um conjunto de consequências extremamente prováveis de um conflito nuclear, e que **deve ser motivo suficiente para a busca da paz**.